



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГИБРИДНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВЗРЫВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ НА ФОНЕ ОСТЕОПОРОЗА

В.В. Рерих, В.Д. Синявин

*Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия*

Цель исследования. Сравнительный анализ методов гибридной стабилизации в сочетании с цементной вертебропластикой и остеопластикой депротенизированной аллокостью в лечении неосложненных взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза.

Материал и методы. Исследование является ретроспективным. Сформировано 2 группы пациентов, определены критерии включения и исключения. Период наблюдения — 12 мес. Оценивали величину коррекции кифоза по методу Cobb, величину остаточной послеоперационной кифотической деформации, ее рецидив в отдаленном послеоперационном периоде, протяженность транспедикулярной фиксации. Параметры сагиттального баланса и субъективные оценки состояния пациента не рассматривали.

Результаты. Основными предикторами рецидива локального кифоза, неполной коррекции деформации и усиления болевого синдрома являются уровень повреждения (Th₁₂ позвонок), степень исходной кифотической деформации и неполное достижение коррекции после оперативного вмешательства (более 10°), значение Т-критерия по данным денситометрии. Разница статистически значима. Протяженность фиксации не влияет на потерю коррекции и рецидивы кифоза, однако может коррелировать с выраженностью остеопороза.

Заключение. При сравнении методов гибридной стабилизации в сочетании с цементной вертебропластикой или остеопластикой статистической разницы по рентгенологическим исходам не выявлено.

Ключевые слова: взрывной перелом, остеопороз, гибридная стабилизация, вертебропластика, остеопластика, кифоз.

Для цитирования: Рерих В.В., Синявин В.Д. Сравнительный анализ методов гибридной стабилизации при лечении взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 4. С. 40–45.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.40-45>.

COMPARATIVE ANALYSIS OF HYBRID STABILIZATION METHODS IN THE TREATMENT OF BURST FRACTURES OF THE VERTEBRAL BODIES ASSOCIATED WITH OSTEOPOROSIS

V.V. Rerikh, V.D. Sinyavin

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To perform comparative analysis of posterior stabilization methods combined with cement vertebroplasty and osteoplasty with deproteinized bone allograft in the treatment of uncomplicated burst fractures of the vertebral bodies associated with osteoporosis.

Material and Methods. The study was a retrospective analysis. Two groups of patients were formed, inclusion and exclusion criteria were determined. The follow-up period was 12 months. The magnitude of kyphosis correction according to the Cobb method, the magnitude of residual postoperative kyphotic deformity, its recurrence in the long term postoperative period, and the length of transpedicular fixation were assessed. Sagittal balance parameters and subjective assessments of the patient's condition were not evaluated.

Results. With a statistically significant difference, it can be said that the main predictors of recurrence of local kyphosis, incomplete correction of deformity and increased pain syndrome are the level of injury (T12 vertebra), the degree of initial kyphotic deformity, incomplete achievement of its correction after surgery (>10°), and the value of T-criterion according to densitometry. The length of fixation does not affect the loss of correction and recurrence of kyphosis, however it may correlate with the severity of osteoporosis.

Conclusions. When comparing posterior stabilization methods in combination with cement vertebroplasty or osteoplasty, there was no statistical difference in clinical and radiological outcomes.

Key Words: burst fractures, osteoporosis, hybrid stabilization, vertebroplasty, osteoplasty, kyphosis.

Please cite this paper as: Rerikh VV, Sinyavin VD. Comparative analysis of hybrid stabilization methods in the treatment of burst fractures of the vertebral bodies associated with osteoporosis. *Hir. Pozvonoc.* 2022;19(4):40–45. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.40-45>.

Хирургическое лечение переломов тел позвонков у пожилых людей получило широкое распространение [1], в том числе благодаря методике задней стабилизации, которая отличается наименьшей травматизацией и положительным первичным эффектом. Однако из-за осевой нагрузки фиксация нередко оказывается нестабильной, что особенно характерно для пожилых пациентов с низкой минеральной плотностью костной ткани [2, 3]. В последние годы для предотвращения данного осложнения в клинической практике предпринимаются попытки пластики тела поврежденного позвонка костным цементом либо аллокостью – депротеинизированным костным матриксом (ДПК) в сочетании с задней фиксацией, что обеспечивает циркулярную стабилизацию поврежденного сегмента. Однако до сих пор остается неясным, какой из способов предпочтителен в лечении остеопоротических переломов. В ряде исследований [4, 5] сообщалось об удовлетворительных результатах задней стабилизации в сочетании с вертебропластикой с целью восстановления высоты тела позвонка и купирования болевого синдрома, что даже рекомендуется как альтернатива передней стабилизации [6, 7]. Тем не менее наиболее частое осложнение вертебропластики (миграция костного цемента в венозную систему и позвоночный канал) может приводить к тромбоэмболическим осложнениям и компрессии невралных структур [8, 9]. Это ограничивает применение данной методики при взрывных переломах тел позвонков. Используется также остеопластика тела поврежденного позвонка с задней фиксацией [10, 11]. Число исследований, посвященных непосредственному сравнению указанных методов незначительно, а доказательность их недостаточна. Важно и отсутствие четкого понимания факторов, влияющих на потерю коррекции и рецидивы кифотической деформации у пациентов с остеопорозом.

Цель исследования – сравнительный анализ эффективности методов

гибридной стабилизации (транспедикулярной фиксации в сочетании с цементной пластикой тела поврежденного позвонка и транспедикулярной фиксации в сочетании с остеопластикой) при лечении переломов тел позвонков на фоне остеопороза.

Материал и методы

В задачи ретроспективного исследования вошли анализ методов гибридной стабилизации и выявление возможных предикторов неполной коррекции кифотической деформации и рецидива локального кифоза.

Критерии включения в исследование: неосложненные полные и неполные взрывные переломы (типы А3, А4 по AOSpine) тел позвонков грудного отдела (Th₁₀–L₂), возникшие на фоне остеопороза позвоночника с Т-критерием от -2,5 и ниже по данным денситометрии; отсутствие остеотропной терапии до операции и в послеоперационном периоде при прослеженном катамнезе в сроки не менее 12 мес. Критерии исключения: осложненные повреждения позвоночника, вторичный остеопороз.

Пациенты

Всего из 2351 пациента, оперированных в 2016–2021 гг. в отделении патологии позвоночника Новосибирского НИИТО им. ЯЛ. Цивьяна, у 197 диагностирован остеопороз, в том числе у 171 имелись неполные и полные взрывные переломы, включая 149 с грудногопоясничным уровнем повреждения. Из данного числа в исследование отобраны 74 пациента, которым провели гибридную стабилизацию: в 25 случаях – заднюю в сочетании с цементной пластикой тела поврежденного позвонка (группа 1), в 49 – заднюю в сочетании с остеопластикой (группа 2). Средние сроки с момента получения травмы до оперативного вмешательства – 15 ± 7 дней. Дополнительную цементную аугментацию винтов в группах не проводили.

Методики

Оценивали величину коррекции кифоза (по методу Cobb) и остаточной послеоперационной кифотической

деформации. Неполной считали коррекцию, если ее величина составляла более 5°. Оценивали рецидивы деформации в сроки 4, 6, 12 мес. Деформацию считали рецидивирующей, если на всем протяжении послеоперационного наблюдения она возросла более чем на 5° (ошибка в точности рентгенологических измерений межсегментарных отношений составляет 5°). Оценивали протяженность транспедикулярной фиксации (3–4 сегмента). Субъективную оценку состояния пациентов и параметры сагиттального баланса не рассматривали.

Статистический анализ

Дескриптивные статистики непрерывных показателей рассчитывали в виде медианы, для бинарных показателей вычисляли количество случаев в процентах [95 % доверительный интервал процента] по формуле Вилсона. Проверка нормальности – по критерию Шапиро – Уилка, между группами использовали непараметрический непарный U-критерий Манна – Уитни, производили расчет смещения распределений с построением 95 % доверительного интервала для смещения. Выявление предикторов недостаточной коррекции и потери коррекции кифоза выполняли построением моделей логистических регрессий. Парные числовые ассоциации определяли построением однофакторных моделей, множественные числовые ассоциации (предикторы) – многофакторных моделей. Проверку статистических гипотез проводили при критическом уровне значимости $p = 0,05$, то есть различие считалось статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты

Между группами отсутствовала статистическая разница по возрасту ($64,36 \pm 6,74$ года и $67,08 \pm 8,93$ года соответственно), величине Т-критерия ($-3,36 \pm 0,51$ и $-3,18 \pm 0,59$) и исходной кифотической деформации ($15,76^\circ \pm 12,27^\circ$ и $10,10^\circ \pm 7,28^\circ$).

По типу повреждения (А3 : А4) распределение в группе 1 составило 24,0 : 76,0 %, в группе 2 – 53,1 : 46,9 %. Раз-

ницы в величине кифоза после оперативного лечения и в анализируемые сроки послеоперационного наблюдения между группами статистически не выявлено (табл. 1), как и в величине коррекции деформации ($p = 0,590$).

В ходе анализа установлено, что метод оперативного вмешательства значимо не влияет ни на неполную коррекцию ($p = 0,251$), ни на рецидив деформации ($p = 0,034$) на всех сроках наблюдения. Не выявлено влияния

на данные критерии морфологии повреждения и протяженности задней конструкции (1,01 [0,63; 1,82]; $p = 0,248$ при неполной коррекции и 1,41 [0,86; 2,83]; $p = 0,240$ при рецидиве деформации). В модели логистической регрессии отмечено незначительное влияние Т-критерия и протяженности фиксации (коэффициент корреляции Пирсона 0,15).

На неполную коррекцию деформации влияют уровень поврежде-

ния (Th_{12} позвонок), а также уровень Т-критерия, причем последний значимо до 6 мес. с момента оперативного лечения (табл. 2). После данного периода степень остеопороза на рецидив кифотической деформации не влияет, вероятно, из-за консолидации переломов.

Построение многофакторных моделей логистической регрессии (табл. 3, 4) показало, что повреждение на уровне Th_{12} позвонка повышает

Таблица 1

Сравнение величины кифоза в группах пациентов до операции и в контрольные сроки наблюдения

Срок наблюдения	Вертебропластика + ТПФ (n = 25)	Остеопластика + ТПФ (n = 49)	Различие (величина эффекта) MED [95 % ДИ]: SMD [95 % ДИ]	U-критерий Манна – Уитни; p-уровень
До операции	14 [8; 20] 15,76 ± 12,27	12 [6; 15] 10,10 ± 7,28	pseudo MED [95 % CI]: -4,00 [-8,00; 0,00] SMD [95 % CI]: 0,61 [0,12; 1,10]	0,062
После операции	1 [0; 5] 1,04 ± 3,17	0 [0; 2] 0,20 ± 1,66	pseudo MED [95 % CI]: -1,00 [-3,00; 0,00] SMD [95 % CI]: 0,45 [-0,04; 0,94]	0,115
Через 4 мес. после операции	1 [0; 5] 2,12 ± 3,09	0 [0; 5] 0,45 ± 4,52	pseudo MED [95 % CI]: 0 [-3,00; 1,00] SMD [95 % CI]: 0,12 [-0,36; 0,60]	0,533
Через 6 мес. после операции	1 [0; 6] 2,44 ± 3,38	1 [0; 6] 1,92 ± 6,62	pseudo MED [95 % CI]: 0,00 [-3,00; 1,00] SMD [95 % CI]: 0,09 [-0,39; 0,57]	0,815
Через 12 мес. после операции	2 [0; 6] 2,00 ± 4,17	2 [0; 6] 2,27 ± 6,88	pseudo MED [95 % CI]: 0,00 [-3,00; 2,00] SMD [95 % CI]: 0,12 [-0,36; 0,60]	0,689

ТПФ — транспедикулярная фиксация; МЕД — медиана; SMD — стандартизированная разница средних.

Таблица 2

Модели логистической регрессии неполной коррекции кифоза у всех пациентов

Коварианты	Однофакторные модели		Многофакторные модели	
	ОШ [95 % ДИ]	p	ОШ [95 % ДИ]	p
Уровень Th_{12}	5,96 [1,48; 30,10]	0,016	5,01 [1,20; 26,01]	0,035
Исходный кифоз более 10°	7,46 [1,29; 141,63]	0,064	6,05 [0,98; 117,13]	0,103
Т-критерий	2,42 [0,79; 7,72]	0,116	—	—
Протяженность фиксации	2,95 [0,38; 16,50]	0,238	—	—

Таблица 3

Модели логистической регрессии рецидива кифоза на сроках 4, 6, 12 мес. после операции при полной коррекции деформации у всех пациентов

Коварианты	Однофакторные модели		Многофакторная оптимальная модель	
	ОШ [95 % ДИ]	p	ОШ [95 % ДИ]	p
Исходный кифоз более 10°	12,16 [2,21; 227,87]	0,019	17,48 [2,59; 375,46]	0,015
Уровень Th_{12}	3,37 [1,03; 11,68]	0,047	3,31 [0,82; 15,35]	0,102
Т-критерий	0,48 [0,13; 1,43]	0,221	0,18 [0,03; 0,77]	0,036

Таблица 4

Модели логистической регрессии рецидива кифоза на сроках 4, 6, 12 мес. после операции при неполной коррекции деформации у всех пациентов

Коварианты	Однофакторные модели		Многофакторная оптимальная модель	
	ОШ [95 % ДИ]	p	ОШ [95 % ДИ]	p
Т-критерий	0,31 [0,08; 1,00]	0,071	0,33 [0,08; 1,10]	0,102
Кифоз после операции более 10°	2,17 [0,66; 8,54]	0,227	3,08 [0,85; 13,48]	0,104
Уровень Th ₁₂	1,40 [0,42; 4,48]	0,570	—	—

шансы рецидива кифоза в послеоперационном периоде в 3 раза. Значимо влияет величина исходного кифоза, если она больше 10°. Вид перелома (полный взрывной) несколько повышает шансы рецидива, однако статистически незначимо. Отмечено, что значение Т-критерия при полной коррекции деформации не влияет на формирование рецидива кифоза на всем протяжении послеоперационного периода.

На рис. 1, 2 представлены клинические примеры.

Обсуждение

Целью хирургического лечения взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза являются не только коррекция кифотической деформации и уменьшение болевого синдрома у пожилых лиц, но и профилактика возможных неблагоприятных исходов. По данным литературы последних лет, эта цель достигается путем применения малоинвазивных хирургических методик, в частности гибридной стабилизации, которая в классическом варианте представляет собой транспедикулярную фиксацию в сочетании с вертебропластикой. Однако ряд осложнений, возникающих при использовании костного цемента, заставляет исследователей прибегать к тривиальным методикам.

Так, Li et al. [10] демонстрируют результаты лечения взрывных переломов на фоне остеопороза путем выполнения остеопластики тела поврежденного позвонка в условиях задней фиксации. Через 3 мес. послеоперационного наблюдения отмечается выраженное снижение болевого

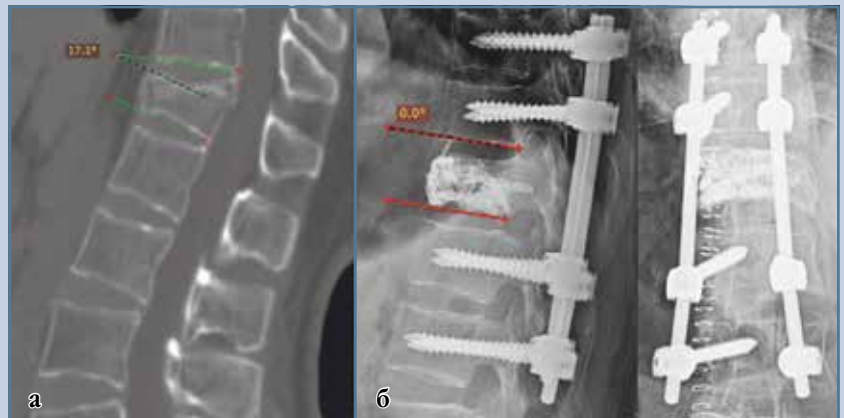


Рис. 1

КТ и рентгенограммы пациентки 55 лет с полным взрывным переломом тела Th₁₂ позвонка: **а** – посттравматический кифоз на уровне Th₁₁–Th₁₂ – 17°; остеопороз позвоночника (Т-критерий -3,9); **б** – состояние после цементной вертебропластики тела Th₁₂ позвонка, протяженной задней стабилизации, коррекции кифоза

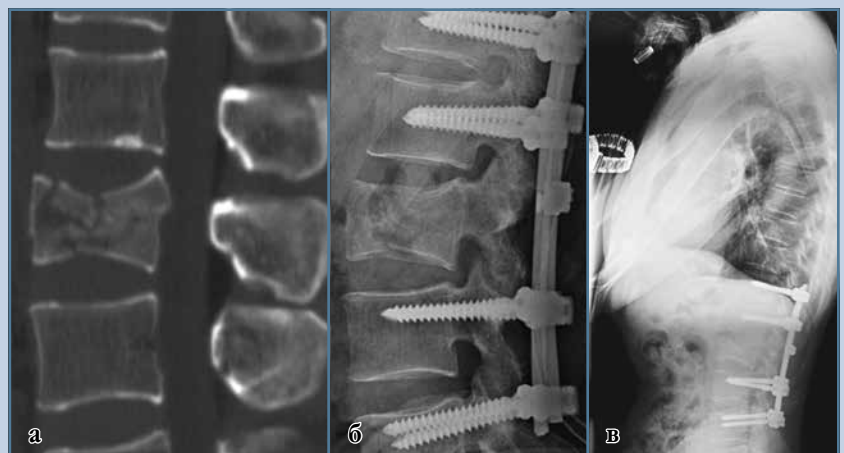


Рис. 2

КТ и рентгенограммы пациентки 64 лет с полным взрывным переломом тела L₂ позвонка, остеопорозом позвоночника (Т-критерий -3,1): **а** – до операции; **б** – после остеопластики L₂ позвонка аллокостью, протяженной задней стабилизации; **в** – через 12 мес. после операции

синдрома, в том числе при длительных аксиальных нагрузках. Высота тела позвонка была восстановлена сразу после операции, через 3 мес. наблюдения снижения не было. Помимо прочего, не наблюдали инфекционных и неврологических осложнений, что в сумме позволяет говорить, что пожилые пациенты хорошо переносят подобные вмешательства.

В свою очередь, Qin et al. [11] отмечают, что имплантация костной ткани в тело позвонка улучшает стабильность всей конструкции и снижает болевой синдром. Частота потери высоты позвонка в послеоперационном периоде, начиная с 6 мес., рецидив локального кифоза и нестабильность металлоконструкции при этих вмешательствах были выше, чем при изолированной короткосегментарной фиксации ($p < 0,05$). Удовлетворительные результаты методики подтверждаются и биомеханическими испытаниями [12].

В нашем исследовании при сравнении двух методов оперативного вмешательства статистической разницы по рентгенологическим исходам не выявлено. У всех пациентов за весь период наблюдения не было осложнений. Статистически значимыми предикторами рецидива локального кифоза и усиления болевого синдрома являются уровень повреждения (Th_{12} позвонок), степень исходной кифотической деформации (более 10°) и ее неполная

коррекция после оперативного вмешательства, значение Т-критерия по данным денситометрии. Протяженность транспедикулярной конструкции статистически не влияет на возможность рецидива кифоза, однако следует заметить ее зависимость от выраженности остеопороза: чем выраженной последний, тем важнее протяженная фиксация, что нашло свое доказательство в литературе [13, 14].

Несмотря на отсутствие какой-либо разницы между методами, с целью исключения рисков, возникающих при введении костного цемента в тело позвонка, а также из-за влияния токсичности костного цемента и увеличения зоны остеорезорбции на границе контакта «кость – цемент», целесообразнее использование остеопластики депротенизированной аллокостью, особенно при полных взрывных переломах. Вопрос о том, является ли нарушение сагиттального профиля предиктором рецидивов посттравматической деформации при остеопоротических переломах, до сих пор остается открытым, что может быть поводом для дальнейших исследований.

Заключение

В ходе проведенного исследования не выявлено статистической разницы в рентгенологических исходах между

методами цементной вертебропластики и остеопластики в сочетании с задней стабилизацией при лечении взрывных переломов на фоне остеопороза, также не было влияния метода на потерю коррекции в отдаленном периоде. Однако наличие таких предикторов, как повреждение Th_{12} позвонка, степень исходной кифотической деформации и сохранение остаточного кифоза более 10° после оперативного вмешательства увеличивает риск рецидива кифотической деформации при обоих методах.

Ограничения исследования: небольшой размер выборки пациентов, не позволивший проанализировать влияние сагиттального дисбаланса на исходы в отдаленном периоде, что не дало включить этот вопрос в задачи исследования.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. Bu BX, Wang MJ, Liu WF, Wang YS, Tan HL. Short-segment posterior instrumentation combined with calcium sulfate cement vertebroplasty for thoracolumbar compression fractures: radiographic outcomes including nonunion and other complications. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101:227–233. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.11.019.
2. Blizzard DJ, Hills CP, Isaacs RE, Brown CR. Extreme lateral interbody fusion with posterior instrumentation for spondylodiscitis. *J Clin Neurosci.* 2015;22:1758–1761. DOI: 10.1016/j.jocn.2015.05.021.
3. Xiao ZL, Shan YX, Hu SS, Wu T, Sun H. Curative effect of transpedicular intervertebral bone graft after posterior pedicle screw fixation of thoracolumbar fractures in senile-osteoporotic vertebral fracture patients. *Prog Mod Biomed.* 2014;14:4491–4493. DOI: 10.13241/j.cnknpmb.2014.23.024.
4. Xu Z, Xu W, Wang C, Luo H, Li G, Chen R. [Effectiveness of long segment fixation combined with vertebroplasty for severe osteoporotic thoracolumbar compressive fractures]. *ZhongguoXue Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2013;27:1331–1337. Chinese.
5. Li Z, Wang Y, Xu Y, Xu W, Zhu X, Chen C. Efficacy analysis of percutaneous pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures with kyphosis. *J Orthop Surg Res.* 2020;15:53. DOI: 10.1186/s13018-020-1583-1.
6. Spiegl UJ, Anemuller C, Jarvers JS, von der Höhn N, Josten C, Heyde CE. Hybrid stabilization of unstable osteoporotic thoracolumbar vertebral body fractures: clinical and radiological outcome after a mean of 4 years. *Eur Spine J.* 2019;28:1130–1137. DOI: 10.1007/s00586-019-05957-8.
7. Schnake KJ, Scheyerer MJ, Spiegl UJA, Perl M, Ullrich BW, Grüninger S, Osterhoff G, Katscher S, Sprengel K. [Minimally invasive stabilization of thoracolumbar osteoporotic fractures]. *Unfallchirurg.* 2020;123:764–773. German. DOI: 10.1007/s00113-020-00835-1.
8. Robinson Y, Tschoke SK, Stahel PF, Kayser R, Heyde CE. Complications and safety aspects of kyphoplasty for osteoporotic vertebral fractures: a prospective follow-up study in 102 consecutive patients. *Patient Saf Surg.* 2008;2:2. DOI: 10.1186/1754-9493-2-2.
9. Zhang Z, Jing Q, Qiao R, Yang J, Chen H, Qian L, Zhang X, Yang J, Hao D. [Risk factors analysis of adjacent fractures after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic ver-

tebral compression fracture]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2021;35:20–25. Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.202008044.

10. Li D, Huang Y, Yang H, Sun T, Wu Y, Li X, Chen L. Short-segment pedicle instrumentation with transpedicular bone grafting for nonunion of osteoporotic vertebral fractures involving the posterior edge. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013;23:21–26. DOI: 10.1007/s00590-011-0928-1.
11. Qin Z, Liu H, Chen G, Liu G, Zhang P, Zhu H. Transpedicular interbody bone grafting in the treatment of senile osteoporotic vertebral fracture. Pak J Med Sci. 2017;33:1166–1170. DOI: 10.12669/pjms.335.12908.
12. Jia C, Zhang R, Xing T, Gao H, Li H, Dong F, Zhang J, Ge P, Song P, Xu P, Zhang H, Shen C. Biomechanical properties of pedicle screw fixation augmented with

allograft bone particles in osteoporotic vertebrae: different sizes and amounts. Spine J. 2019;19:1443–1452. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.04.013.

13. Hartensuer R, Gehweiler D, Schulze M, Matuszewski L, Raschke MJ, Vordemvenne T. Biomechanical evaluation of combined short segment fixation and augmentation of incomplete osteoporotic burst fractures. BMC Musculoskelet Disord. 2013;14:360. DOI: 10.1186/1471-2474-14-360.
14. Homagk L, Hellweger A, Hofmann GO. [Hybrid stabilization and geriatric complex treatment of type A spinal fractures]. Chirurg. 2020;91(10):878–885. German. DOI: 10.1007/s00104-020-01136-4.

Адрес для переписки:

Рерих Виктор Викторович
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна,
clinic@niito.ru

Статья поступила в редакцию 21.07.2022

Рецензирование пройдено 17.10.2022

Подписано в печать 21.10.2022

Address correspondence to:

Rerikh Viktor Viktorovich
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
n.a. Ya.L. Tsivyan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
clinic@niito.ru

Received 21.07.2022

Review completed 17.10.2022

Passed for printing 21.10.2022

Виктор Викторович Рерих, д-р мед. наук, начальник научно-исследовательского отделения патологии позвоночника, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0001-8545-0024, clinic@niito.ru;

Владимир Дмитриевич Синявин, врач-травматолог-ортопед, аспирант, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0001-5237-6403, Dr.VladimirSinyavin@gmail.com.

Viktor Viktorovich Rerikh, DMSc, Head of the Research Department of Spine Pathology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0001-8545-0024, clinic@niito.ru;

Vladimir Dmitryevich Sinyavin, orthopedic traumatologist, postgraduate student, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0001-5237-6403, Dr.VladimirSinyavin@gmail.com.